

NOTA TÉCNICA

EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL) EN INVERNADERO¹

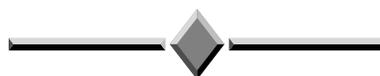
José Cruz Carrillo², Felix Jiménez², Jaime Ruiz³, Gustavo Díaz⁴, Prometeo Sánchez⁵,
Catarino Perales⁶, Anselmo Arellanes⁷

RESUMEN

Evaluación de densidades de siembra de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Esta investigación se realizó de junio a diciembre del 2001 en el módulo de horticultura protegida del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23 ubicado en la ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oax., con el propósito de evaluar el efecto de tres densidades de plantación en el desarrollo vegetativo y producción de diferentes híbridos de tomate con crecimiento indeterminado cultivados bajo invernadero. Los híbridos de tomate fueron el SXT, DRW3410 y SXT0289. No hubo diferencia estadística para los híbridos, sólo para densidades de plantación, obteniendo los mejores rendimientos 5,3 plantas/m² y 4 plantas/m² con 17,52 y 17,37 kg/m², respectivamente, lo que representó en promedio un rendimiento de 151,6 t/ha.

ABSTRACT

Evaluation of planting densities of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in greenhouse. This research was conducted out in the Technological Institute of Agriculture of Oaxaca. N. 23 located at the Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca, in order to evaluate the effect of three planting densities on the vegetative development and production of different tomato hybrids with growth habit, cultivated in greenhouse. The tomato hybrids were SXT, DRW3410 and SXT0289. The results show that it wasn't a statistic difference for the hybrids, only for the planting densities, of 5.3 plants/m² and 4 plants/m² with 17.52 y 17.37 kg/m², respectively; wich represents a yield average of 151.6 t/ha.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), por la demanda que tiene en el mercado local, nacional e internacional, es una de las hortalizas más rentables porque se usa en todas las cocinas del mundo. Sin embargo, la producción de tomate a campo abierto se

hace cada vez más difícil, debido a condiciones ambientales adversas y a la incidencia de plagas y enfermedades que afectan la productividad de este cultivo. Ruiz y Aquino (1996) mencionan que las pérdidas en producción observadas frecuentemente alcanzan el 100%, especialmente en el periodo primaveral, en donde se observan las mayores densidades de mosca blanca.

¹ Recibido para publicación el 2 de abril del 2002.

² CIGA-ITA 23. jcarrillo_rodriguez@hotmail.com.

³ IPN-CIDIR Oaxaca.

⁴ CIGA-ITA 23, Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca.

⁵ Colegio de Posgraduados, Montecillo estado de México.

⁶ CIGA-ITA 20, Aguascalientes, Aguascalientes.

⁷ Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (ITO). Oaxaca, Oax. México.

Por otra parte la industria semillera se encuentra desarrollando de manera constante nuevas variedades con características mejoradas de mayor rendimiento, en cuanto a calidad de fruto y resistencia a enfermedades. Por ello se hace necesario, la constante evaluación de nuevas variedades de semillas mejoradas, esencial en cualquier operación hortícola, la adaptación y los resultados potenciales de éstas en las diferentes regiones hortícolas del país, se da de manera diferente dependiendo de varios factores como el clima, el tipo de suelo, el tipo de agua, el nivel de tecnificación de las labores de siembra, la calidad de los insumos utilizados, entre otros (González 1999).

La densidad de siembra será, junto con otras técnicas de cultivo, determinante de la intercepción de radiación solar por el cultivo, a fin de convertir la energía solar en biomasa (Castilla 2001). Optimizar mediante una intercepción de radiación adecuada, la producción de biomasa es clave para maximizar la producción cosechable. La densidad de siembra dependerá del desarrollo del cultivo, el cual estará influenciado principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento indeterminado o determinado, poda y en tutorado empleados, tipo y fertilidad de suelo, disposición y tipo de riego, y climatología del ciclo elegido.

Los objetivos fueron evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el desarrollo vegetativo y producción del cultivo de tomate, con fertirriego, bajo condiciones de invernadero con base en índices fisiotécnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del módulo de horticultura protegida ubicado en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. Se utilizó un invernadero tipo Baticenital-800. De junio a diciembre del 2001 se utilizaron tres cultivares de tomate híbrido carnoso "larga vida" de crecimiento indeterminado, tipo saladette o roma, fruto oval cuadrado muy firme, maduración uniforme; conocidos como el híbrido SXT(H3), SXT0289 (H2) ambos de la casa Sunseeds y DRW3410 (H1). Se utilizaron tres densidades de siembra: dos plantas cada 40 cm (densidad de 5,3 plantas/m² (D3)), una planta cada 30 cm (densidad de cuatro plantas/m² (D2)) y una planta cada 40 cm (densidad de 2,6 plantas/m² (D1)).

Para la fertilización se aplicó la formula 280-80-260 ppm, más los micro elementos aplicados como quelatos, la cual se dividió en etapas de desarrollo del cultivo. Se inició la cosecha a los 77 días después del

transplante. Se estudiaron dos factores: densidades de siembra e híbridos comerciales ambos con tres niveles. Se obtuvieron nueve tratamientos con la combinación de los factores; D1H1, D1H2, D1H3, D2H1, D2H2, D2H3, D3H1, D3H2, D3H3, de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3X3; se evaluaron estos tratamientos con dos repeticiones cada uno, dando un total de 18 unidades experimentales.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron las variables relacionadas con la fenología del cultivo y con base en el rendimiento se obtuvieron algunos índices fisiotécnicos: rendimiento por planta, rendimiento total (kg/m²), índice de eficiencia de productividad (IEP), índice de eficiencia del agua (IEA), altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de racimos florales, materia seca total, días a la cosecha, racimos cosechados, temperatura, humedad relativa. A todas estas variables se les realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey 0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable rendimiento por planta (Cuadro 1) no se encontró diferencia significativa, sin embargo, presentó una correlación positiva con racimos florales, racimos cosechados y la humedad relativa, lo que nos indica que a mayor número de racimos florales y cosechados, se obtiene una mayor producción por planta.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los indicadores de eficiencia del rendimiento. Oaxaca, México. Diciembre 2001.

	Densidad	Híbrido	Interacción
Rendimiento por planta (kg)	0,2822 ^{NS}	3,1985 ^{NS}	0,1952 ^{NS}
Rendimiento total (kg/m ²)	12,26 ^{**}	0,25 ^{NS}	0,0844 ^{NS}
Índice de eficiencia de productividad (IEP)	11,97 [*]	0,17 ^{NS}	0,23 ^{NS}
Índice de eficiencia del agua (IEA)	15,69 [*]	0,25 ^{NS}	0,26 ^{NS}
Días al primer corte	2,3331 ^{NS}	1,3330 ^{NS}	1,3336 ^{NS}
Número de cortes en el ciclo	2,3335 ^{NS}	1,3337 ^{NS}	1,3330 ^{NS}
Racimos cosechados por planta	1,3346 ^{NS}	0,333 ^{NS}	0,5365 ^{NS}
Altura de planta	7,8929 [*]	6,9391 [*]	0,6282 ^{NS}
Diámetro del tallo	2,2215 ^{NS}	5,0829 [*]	0,4035 ^{NS}

NS= No significativo

* significativo

** altamente significativo.

Para la variable rendimiento total (Cuadro 1), el análisis de varianza muestra una diferencia estadística significativa, pero solo para el factor densidad de siembra, por lo que se deduce que las densidades tienen efecto sobre el rendimiento del cultivo, lo cual se confirma en la prueba de medias que nos presenta a la D3 (5,3 p/m²) con un rendimiento de 17,52 kg/m², sin embargo estadísticamente no presenta diferencia significativa con la D2 (4 p/m²) que tiene un rendimiento de 17,37 kg/m². Los mejores tratamientos superan lo reportado por Carrillo y Jiménez (2001) en donde obtuvieron rendimientos de 14.378 kg/m² del híbrido Gabriela, en una investigación realizada bajo las mismas condiciones. De igual manera superan los resultados reportados por Castilla (2001) el cual obtuvo 15 kg/m² en la región de Almería, España.

Por otra parte, Van de Vooren *et al.* (1986) explican que a partir de un determinado nivel de densidad de siembra, la producción por planta disminuye y la producción por unidad de superficie crece; un nuevo incremento de densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha.

La variable rendimiento total, presentó una correlación positiva con el índice de Eficiencia de Productividad (IEP), el Índice de Eficiencia del Agua (IEA), racimos florales, materia seca y la Temperatura mínima (Figura 1), esto implica que los tratamientos con una mayor producción diaria, tuvieron una mayor producción de fruto de tomate fresco.

A pesar de los rangos de temperatura presentados que oscilan de 13,07°C a 40,7°C dentro del invernadero, los cuales difieren de los rangos de temperatura óptimos para el desarrollo del cultivo que van entre 20 y 30°C, durante el día, y durante la noche entre 1 y 17°C (Chamarro 2001). Así mismo, presenta una correlación positiva entre racimos florales, lo que significa que al aumentar el número de racimos florales, la producción

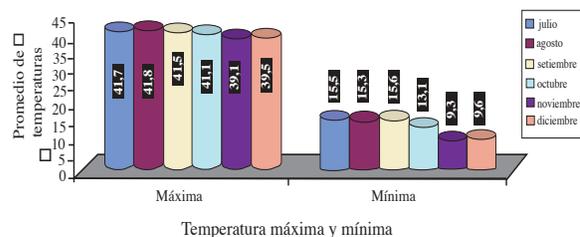


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas mensuales dentro del invernadero. Oaxaca. México. Diciembre 2001.

de fruto fresco aumenta significativamente influyendo en el rendimiento final.

El análisis de varianza y la prueba de medias del IEP y el IEA muestran que no existió diferencia significativa entre los híbridos, pero sí para el factor densidad de siembra mostrando que la D3 (5,3 p/m²) tiene los índices más elevados, sin embargo no existe diferencia estadística con la D2 (4 p/m²), esto indica que podemos utilizar cualquiera de estas dos densidades.

Además, estos dos índices presentaron correlación positiva, o sea que a mayor IEP mayor IEA, lo que significa que a mayor producción diaria de frutos frescos de tomate será más eficiente la optimización del recurso agua, por la relación directa que existe, tal como se observa (Cuadro 2), el IEA de 33,88 y 33,6 kg/m³, lo que significa por cada 33,88 kilogramo de fruto fresco de tomate se necesita un metro cúbico de agua, lo cual es importante, porque estas densidades y los híbridos pueden utilizarse en zonas donde se presentan problemas de escasez de agua.

Cuadro 2. Prueba de medias de los indicadores de eficiencia (Tukey 0,05) de tomate en invernadero. Oaxaca. México. 2001.

Densidad	Rendimiento (kg/m ²)	IEP (g/día)	IEA (kg/m ³)
D3 (5.3p/m ²)	17.525 a	103,33 a	33,88 a
D2 (4.0p/m ²)	17.373 a	103,16 a	33,60 a
D1 (2.6p/m ²)	10.583 b	61,83 b	32,10 b

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas.

Para las variables días al primer corte, número de cortes en el ciclo y racimos cosechados por planta, no hubo diferencia significativa, sin embargo las variables diámetro de tallo y altura de planta mostraron diferencia significativa sólo para el factor densidad de siembra, esto fue similar a lo observado por Jiménez y Carrillo (2001), al determinar que a mayor densidad de siembra mayor altura de planta.

Para la variable diámetro de tallo, Sánchez (1997) reporta el diámetro en 17 cultivares y esta variable resultó inversamente proporcional a la densidad de población; esto nos indica que la densidad tiene efectos sobre el diámetro del tallo, esto indica que al haber menor penetración de luz provoca una elongación del tallo (Van de Vooren 1986).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de las variables analizadas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Se acepta la hipótesis sobre el efecto densidad y se rechaza la hipótesis sobre los diferentes híbridos, debido a que no hubo diferencia significativa entre los híbridos de tomate; por lo que el rendimiento promedio obtenido fue de 15,16 kg/m², lo que representa un rendimiento de 151,6 t/ha.

Las densidades de siembra mostraron diferencia significativa, sobresaliendo la D3 (5,3 plantas/m²), con un rendimiento promedio de 17,52 kg/m², sin embargo no difiere estadísticamente de la D2 (4 plantas/m²) con 17.373 kg/m², por lo que se puede recomendar utilizar la menor densidad de siembra para disminuir los costos de producción.

Los tratamientos que obtuvieron mayor índice de eficiencia de productividad (IEP), mostraron un mejor índice de eficiencia del agua (IEA) característica que los hace optimizar el recurso agua, además de la correlación positiva con las variables, tales como: la temperatura, número de racimos florales y materia seca.

LITERATURA CITADA

- CARRILLO, R. J.; JIMÉNEZ, B. F. 2001. Evaluación del potencial productivo de tomate F1- 6x14 en condiciones de fertirriego en invernadero. *In*: Memoria del XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Ed. SEP-SEIT-DGETA. Conkal, Yucatán, México. sp.
- CASTILLA, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: Nuez, F. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 189-225.
- CHAMARRO, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. *In*: Nuez, F. El cultivo de tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España, pp.43-87.
- GONZÁLEZ, N. J. 1999. Los tomates y los chiles del futuro. Hortalizas, Frutas y Flores. Editorial Año dos mil, S.A. México, D.F. pp. 6-28.
- JIMÉNEZ, B. F.; CARRILLO, R. J. 2001. Efecto de diferentes densidades de siembra en la producción del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero. *In*: Memoria del XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Ed. SEP-SEIT-DGETA. Conkal, Yucatán, México. s/p
- RUIZ, V. J.; AQUINO B.T. 1996. Control integrado de mosquita blanca en tomate y chile por métodos de bajo impacto ecológico. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, p. 12.
- SÁNCHEZ DEL C. F. 1997. Valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Tesis de Doctorado. IREGEP. C.P. Edo. México.
- VAN DE VOOREN, J.G.; WELLES, W.H. ; HAYMAN, G. 1986. Glasshouse crop production. *In*: The tomato crop. Chapman and Hall. London, England. pp. 581-623.