

DENSIDADES DE POBLACIÓN, ARREGLOS DE DOSEL Y DESPUNTES EN JITOMATE CULTIVADO EN HIDROPONÍA BAJO INVERNADERO

PLANT DENSITIES, CANOPY ARRANGEMENTS AND TRIMMING ON TOMATO GROWN IN HYDROPONICS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Miguel Jorge Santos^{1*} y Felipe Sánchez del Castillo²

^{1,2}. Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. C.P.56230. Chapingo, Edo. de México.. Tel. y Fax. 01 (595) 952-1642. Correo electrónico: fsanchezdelcastillo@yahoo.com.mx

* Autor responsable

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el comportamiento del cv. Coneteza de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en diferentes combinaciones de densidades de población (6, 12, 16, 25 y 36 plantas/m²), niveles de despunte (1, 2 ó 3 racimos por planta y sin despunte) y formas de dosel (uniforme y escaleriforme). El experimento se realizó de julio a diciembre de 1998 en Texcoco, México, en condiciones de hidroponía e invernadero. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables estudiadas fueron rendimiento de fruto (kg m⁻²) y sus componentes (peso individual del fruto, número de frutos por m² y por racimo), índice de área foliar (IAF) y porcentaje de radiación fotosintéticamente activa (RFA) interceptada por el dosel. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para rendimiento, número de frutos por metro cuadrado y por racimo, peso de racimo, IAF y RFA interceptadas, pero no para peso individual del fruto. El tratamiento de dosel en forma de escalera (25 plantas/m², distribuidas en cinco hileras por tina orientadas en dirección norte-sur, donde las plantas de la primera y quinta hilera se despuntaron a un racimo, la segunda y cuarta a dos, y la tercera a tres), presentó el rendimiento más alto (25.5 kg m⁻²) y el mayor número de frutos (219 por m²). La producción más baja (18.2 kg m⁻²) correspondió al tratamiento de dosel uniforme en cinco hileras por tina a 25 plantas/m² y despunte a un racimo. Entre los tratamientos con dosel uniforme y plantas despuntadas a un racimo no hubo diferencias en el rendimiento por unidad de superficie, ni en sus componentes, al manejarlas en seis hileras por tina a una densidad de 36 plantas/m² o en cinco hileras por tina a 25 plantas/m².

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, estructura del dosel, poda, hidroponía, agricultura protegida.

SUMMARY

In this work the response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Coneteza to different combinations of population densities (6, 12, 16, 25 and 36 plants/m²), trimming levels (1, 2 or 3 fruit clusters per plant, and an untrimmed control) and canopy structure (uniform and stair-like) was evaluated. The experiment was done from July to December 1998 under greenhouse and hydroponics conditions. A randomized block design with four replications was used. The variables measured were : fruit yield (kg m⁻²) and its components (individual fruit weight and fruit number per square meter and per cluster), leaf area index (LAI) and percentage of photosynthetic active radiation (PAR) intercepted by the canopy. For yield, number of

fruits per m² and per cluster, mean cluster weight, LAI and intercepted PAR, significant differences were found but there was not difference for individual fruit weight. The treatment with stair-like canopy (density of 25 plants/m² distributed in five rows oriented in a north-south direction, where plants of first and fifth rows were trimmed to leave just one cluster, the second and fourth rows trimmed to leave two clusters, and the third row trimmed to leave three clusters per plant), produced the highest yield (25.5 kg m⁻²) and fruit number (219 fruits per m²). The lowest yield (18.2 kg m⁻²) was obtained in the uniform canopy with plants distributed in five rows at 25 plants/m² and trimmed to leave one cluster per plant. For the treatments with uniform canopy and trimmed to leave one cluster per plant, there were no significant differences in fruit yield when the plants were arranged in six rows and conducted to 36 plants/m² or in five rows at 25 plants/m².

Index words: *Lycopersicon esculentum*, canopy structure, trimming, hydroponics, protected cultivation.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción convencional de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero utilizado en países Europeos y en Estados Unidos de Norteamérica, consiste en usar cultivares del tipo bola y de crecimiento indeterminado, capaces de rendir 300 t ha⁻¹ año⁻¹, con densidades de 2 a 3 plantas/m² que se dejan crecer a más de 3 m de altura, donde se cosechan de 15 a 20 racimos por planta por año en ciclos desde trasplante hasta cosecha que pueden llegar a 10 meses, con base en tecnología, infraestructura y equipo sofisticado que elevan los costos de producción (Resh, 1992).

En la Universidad Autónoma Chapingo se han realizado investigaciones en el ámbito de la horticultura protegida (hidroponía e invernaderos) para generar sistemas o paquetes tecnológicos de producción de jitomate, que produzcan el mismo rendimiento anual pero más sencillos y de menor costo que el sistema antes mencionado. La finalidad es que los productores de recursos económicos limitados estén en posibilidad de disponer de estas tecnologías y derivar un

beneficio económico importante de pequeñas superficies (Sánchez *et al.*, 1992; Sánchez *et al.*, 1998).

Como resultado de varios trabajos (Cancino *et al.*, 1991; Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce, 1998; Sánchez *et al.*, 1999) se generó un sistema de producción de jitomate en hidroponía bajo invernadero que consiste en hacer despuntes tempranos para dejar uno, dos o tres racimos por planta. Con ello se reduce drásticamente la altura de la planta a sólo 50 a 75 cm, lo que permite cultivar en altas densidades de población. El rendimiento por unidad de superficie por ciclo es similar al del sistema convencional, pues el menor rendimiento por planta es compensado por la mayor densidad; pero además, el ciclo desde trasplante hasta fin de cosecha se acorta de 10 meses a un periodo de 2.5 a 3.5 meses, según el nivel al que se despunte, para lograr más ciclos por año y, por lo tanto, mayor productividad anual.

Otra gran ventaja de dicha propuesta tecnológica es que al concentrar la cosecha de todo un ciclo en un intervalo tan corto como 15 a 30 días, el productor puede programar ese intervalo de cosecha para aprovechar las ventanas de mercado cuando el precio es más alto. Cabe mencionar que este sistema ya está siendo aplicado por productores con buenos niveles de rentabilidad económica (Sánchez *et al.*, 1999).

Ensayos previos con varios cultivares (Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce 1998) han permitido establecer que para este sistema de producción, el mayor rendimiento por unidad de superficie para plantas despuntadas a un racimo se obtiene a una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil, con dos racimos por planta a una densidad de 16 plantas/m² y con tres racimos por planta a una densidad de 12 plantas/m². Sin embargo, observaciones hechas en la práctica comercial en invernadero con el cultivar Conteza, de hábito determinado, muestran un porte muy compacto que sugiere la posibilidad de incrementar el rendimiento por unidad de superficie mediante aumentos en la densidad de población.

La distribución de plantas en este nuevo sistema hidropónico de producción es diferente al convencional. Se hace con camas de 1 a 1.3 m de ancho separadas por pasillos de 0.5 a 0.7 m de ancho, y las plantas se siembran en cuatro a seis hileras por tina extendidas a lo largo de ésta y generalmente orientadas en dirección norte-sur. En este caso, las plantas de las hileras exteriores, las que colindan con los pasillos, quedan bien iluminadas, en tanto que las de las hileras interiores, por tener competencia completa interceptan menos radiación, ya que sólo las hojas superiores no están sombreadas. La consecuencia, como lo señala Jarvis (1998), es una disminución del rendimiento por

planta, que para este sistema de despuntes tempranos y altas densidades puede llegar a ser de 25 % en las plantas de las hileras interiores.

Con base en lo anterior y la gran plasticidad que presenta el jitomate para su manejo, en el presente trabajo se planteó como hipótesis que es posible incrementar el rendimiento por unidad de superficie mediante altas densidades y despuntes tempranos en un dosel con hileras de plantas de diferente altura (diferente nivel de despunte), de tal manera que las plantas de las hileras exteriores fueran más pequeñas que las interiores para que de esta forma, con los rayos del sol incidiendo en dirección este-oeste, las plantas de las hileras exteriores no provoquen sombra a las de las hileras centrales y de esta manera se permita la cosecha de más racimos por unidad de superficie y tiempo sin menoscabo del peso medio de fruto y del número de frutos por racimo (Figura 1).

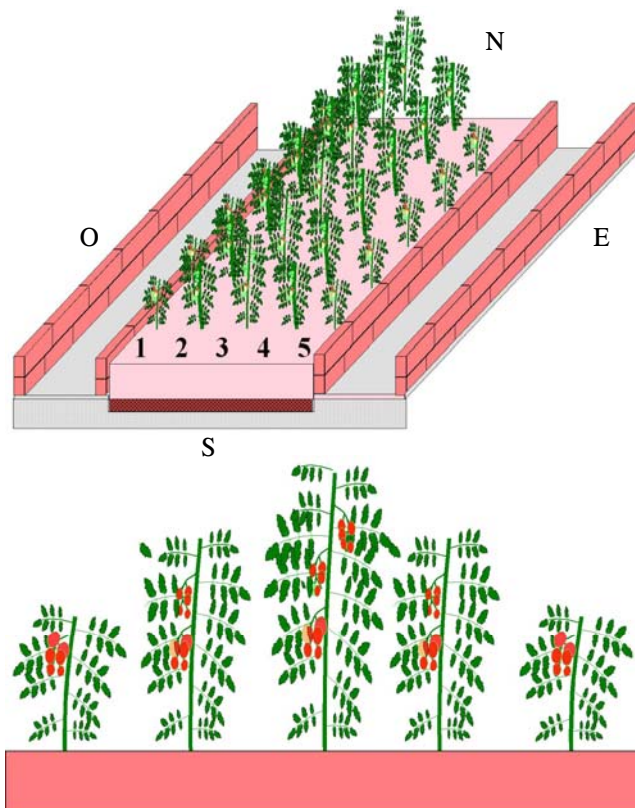


Figura 1. Arriba: Esquema en perspectiva del tratamiento con dosel en forma de escalera: cinco hileras de plantas a una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil. La primera y quinta hilera de plantas despuntadas a un racimo, la segunda y cuarta a dos racimos, y la central a tres racimos, para obtener 45 racimos/m². Abajo: Detalle ampliado de sección transversal.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el rendimiento por unidad de superficie que se puede obtener con el jitomate cv. Conteza en diferentes densidades de población, niveles de despunte y formas de dosel en condiciones hidropónicas bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los meses de julio a diciembre de 1998, en un invernadero de vidrio de la empresa "Industrial Agropecuaria Junco", ubicada en Texcoco, México. Se utilizó el cultivar Conteza de jitomate, cuyo hábito de crecimiento es determinado y produce frutos de forma redonda y de consistencia firme que llegan a pesar individualmente de 100 a 200 g. Para la germinación y desarrollo de las plántulas se usaron charolas de poliestireno de 200 cavidades, y como sustrato se usó Peat moss (Grow-mix®) especial para semillero. Los primeros riegos fueron con agua sola; una vez emergidas las plantas se iniciaron los riegos con una solución nutritiva a 50 % de concentración durante 10 días y posteriormente hasta la cosecha se regaron con solución a 100 % de concentración; ésta, en mg L⁻¹ de cada nutriente, fue: N=250, P=60, K=250, Ca=300, S=200, Mg=75, Fe=3, Mn=0.5, B=0.5, Cu=0.1 y Zn=0.1. Las fuentes empleadas fueron fertilizantes comerciales (nitrato de calcio, sulfato de potasio, fosfato monoamónico, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, ortoborato de sodio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre y sulfato de zinc) diluidos en agua en una cisterna de 30 m³ para dar las concentraciones indicadas. Los riegos con solución se aplicaron diariamente a una dosis promedio de 8 L m⁻².

El trasplante se realizó a los 29 días después de la siembra (dds) en tinas de 36 m de largo, 1.3 m de ancho y 30 cm de profundidad, orientadas en dirección norte-sur. El sustrato con el que se rellenaron las tinas fue tezontle rojo con partículas de 1 a 4 mm de diámetro en promedio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones; la unidad experimental fue de 2 m². Los tratamientos fueron:

- 1 racimo y 36 plantas/m². Dosel uniforme formado con seis hileras de plantas por tina despuntadas a un racimo por planta a una densidad de 36 plantas/m² de superficie útil (12.8 cm entre plantas y 22 cm entre hileras), que permite cosechar 36 racimos/m² en dos cortes (10 d de inicio a fin de cosecha).
- 1 racimo y 25 plantas/m². Dosel uniforme formado con cinco hileras de plantas por tina despuntadas a un racimo por planta a una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil (15.4 cm entre plantas y 26 cm entre hileras) que permite cosechar 25 racimos/m² en dos cortes (10 d de inicio a fin de cosecha). Un esquema de este tratamiento se muestra en la Figura 2.
- 2 racimos y 16 plantas/m². Dosel uniforme formado con cuatro hileras de plantas por tina despuntadas a dos raci-

mos por planta a una densidad de 16 plantas/m² de superficie útil (19.2 cm entre plantas y 32.5 cm entre hileras), que permite cosechar 32 racimos/m² en cuatro cortes (20 d de inicio a fin de cosecha).

- 3 racimos y 12 plantas/m². Dosel uniforme formado con tres hileras de plantas por tina despuntadas a tres racimos por planta a una densidad de 12 plantas/m² de superficie útil (19.2 cm entre plantas y 43 cm entre hileras), que permite cosechar 36 racimos/m² en seis cortes (30 d de inicio a fin de cosecha).
- Testigo sin despunte y 6 plantas/m². Dosel uniforme formado con seis hileras de plantas por tina sin despuntar a una densidad de 6 plantas/m² de superficie útil (25.6 cm entre plantas y 65 cm entre hileras). El crecimiento sin despunte permitió cosechar 42 racimos/m² en 12 cortes (60 d de inicio a fin de cosecha).
- Escalera a 1, 2, 3, 2 y 1 racimos por planta y 25 plantas/m². Dosel en forma de escalera constituido por cinco hileras de plantas a una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil (15.4 cm entre plantas y 26 cm entre hileras). La primera y quinta hilera de plantas (hileras exteriores) despuntadas a un racimo, la segunda y cuarta a dos racimos y la central a tres racimos, lo que permitió cosechar 45 racimos/m² en seis cortes (30 d de inicio a fin de cosecha).

En todos los tratamientos, menos en el testigo, se eliminaron manualmente los brotes laterales conforme iban apareciendo, con el propósito de mantener un tallo por planta. Las plantas se tutoraron con cordones de rafia enredados en espiral sobre el tallo y colgadas de alambres sujetos a marcos fijos. El despunte de las plantas se hizo dos hojas arriba de la última inflorescencia a desarrollar; es decir, dependiendo de los tratamientos, dos hojas arriba de la primera inflorescencia en plantas manejadas a un racimo, dos hojas arriba de la segunda inflorescencia en plantas manejadas a dos racimos, y así sucesivamente.

Las variables evaluadas fueron índice de área foliar a los 51 y 100 dds, rendimiento comercial total (kg m⁻²), número de frutos/m², peso medio de fruto individual, peso medio del racimo y número de frutos por racimo, en gramos. Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Se midió también el porcentaje de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el dosel a los 51 y 100 días después de la siembra (dds).

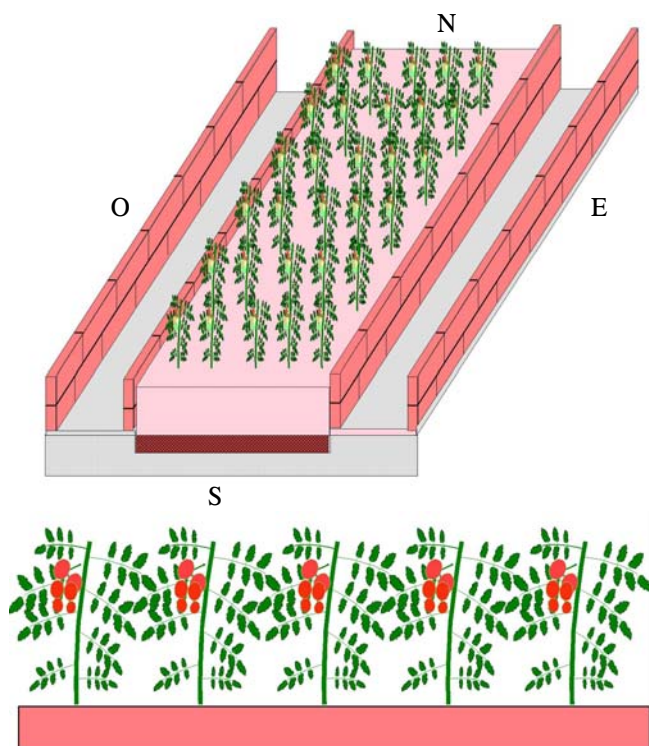


Figura 2. Arriba: Esquema en perspectiva del tratamiento con dosel uniforme formado con cinco hileras por tina despuntadas a un racimo por planta a una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil para dejar 25 racimos/m². Abajo: Detalle ampliado de sección transversal.

El índice de área foliar se estimó de manera no destructiva a los 51 y 100 dds. En cada fecha y en cada densidad de población, a una planta por hilera se le midió el largo y ancho de todas sus hojas en las cuatro repeticiones. Para estimar el área foliar se hizo un muestreo aleatorio de 35 hojas, en tres alturas de la planta, 10 de la parte baja, 10 de la parte media y 15 del nivel superior; a cada una de las cuales se les midió su largo y ancho, y su área foliar se estimó mediante un procedimiento propuesto por Chang (1974): 1) Se dibujó la hoja en papel, se recortó su contorno y se pesó en una balanza analítica; 2) Se midieron y recortaron trozos de 100 cm² del mismo tipo de papel e igualmente se pesaron, para obtener su peso por unidad de área; 3) Mediante una proporción simple se obtuvo el área foliar de las hojas dibujadas. Con los datos obtenidos se calcularon correlaciones entre el área de las hojas y el producto de su largo por su ancho, y se obtuvo así un factor de corrección que al multiplicarlo por el largo y ancho de las hojas de cada planta, dio un estimador del índice de área foliar.

A los 51 y 100 dds, con un ceptómetro (Sunfleck Ceptometer. Decagon Devices, Inc. EUA.), se hicieron mediciones de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) por encima y abajo del dosel, en las cuatro repeticiones. Por diferencia entre ambas medidas se calculó el porcentaje de

RFA interceptada por el dosel (sin considerar la radiación reflejada por el sustrato).

La cosecha inició a los 120 dds y se prolongó hasta los 180 dds en el tratamiento testigo. Se hicieron desde dos cortes en los tratamientos manejados a un racimo por planta, hasta doce cortes en el testigo. Los frutos se cosecharon en color rojo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para el índice de área foliar medido a los 51 dds (Cuadro 1). Los valores más altos correspondieron al tratamiento despuntado a un racimo por planta y 36 plantas/m², y los más bajos al testigo sin despunte y 6 plantas/m². Para la siguiente medición (100 dds) ya no hubo diferencias entre tratamientos. En la fecha en que se efectuó la primera estimación del IAF, la RFA interceptada fue superior a 95 % en todos los tratamientos (datos no mostrados), excepto en el testigo donde se interceptó 89 % de la RFA incidente.

Cuadro 1. Comparación de tratamientos en el índice de área foliar del dosel de plantas de jitomate cv. Conteza.

Tratamientos	Índice de área foliar	
	51 dds	100 dds
Escaleriforme 1, 2, 3, 2, 1		
racimos/planta, 25 plantas/m ²	3.7 ab	5.8
2 racimos/planta, 16 plantas/m ²	2.8 bc	3.9
3 racimos/planta, 12 plantas/m ²	2.0 cd	4.0
1 racimo/planta, 36 plantas/m ²	4.6 a	5.9
Testigo sin despunte, 6 plantas/m ²	1.1 d	5.0
1 racimo/planta, 25 plantas/m ²	3.8 ab	4.8
DMS (Tukey 0.05)	1.70	3.67

Valores con la misma letra en una columna son iguales entre sí (Tukey, 0.05). DMS= Diferencia mínima significativa; dds= días después de la siembra.

Lo anterior coincide con autores como Gardner *et al.* (1990) y Papadopoulos y Ormrod (1990), en el sentido de que al usar altas densidades de plantas por unidad de superficie, desde temprano en el ciclo del cultivo se obtienen valores altos de IAF, que permiten aprovechar mejor la RFA incidente en el dosel y, en consecuencia, lograr una mayor producción de materia seca por unidad de superficie por día en esas etapas tempranas de crecimiento. Resultados similares encontraron Sánchez *et al.* (1999) al estudiar densidades de 12 y 25 plantas/m² despuntadas a un racimo. En etapas avanzadas del cultivo, las plantas de los tratamientos manejados en alta densidad, al ser despuntados para dejar uno o dos racimos por planta, restringen el crecimiento del área foliar, mientras que los tratamientos de menor densidad manejados a tres o más racimos pueden desarrollar más hojas por planta, hasta alcanzar a los primeros en los valores de índice de área foliar y en porcentaje de intercepción de RFA.

Hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables rendimiento y número de frutos por unidad de superficie, así como para el número de frutos por racimo y el peso de fruto por racimo (Cuadro 2). El rendimiento por unidad de superficie fue mayor en el tratamiento donde se manejó un dosel en forma de escalera (escaleriforme) con una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil, distribuidas en cinco hileras por tina, donde las plantas de la primera y quinta hilera se despuntaron a un racimo, la segunda y cuarta hilera a dos racimos y la tercera (central) a tres racimos (escaleriforme 1, 2, 3, 2, 1-25) con un rendimiento de 25.5 kg m⁻², significativamente diferente de los tratamientos testigo sin despunte y 6 plantas/m², 1 racimo/planta y 25 plantas/m² y 1 racimo/planta y 36 plantas/m², e igual a los tratamientos a 2 racimos/planta y 16 plantas/m² y a 3 racimos/planta y 12 plantas/m², que rindieron 21.7 y 21.1 kg m⁻², respectivamente. Se considera que la diferencia numérica de 4 kg m⁻² entre estos tratamientos, puede ser de importancia económica para el productor (equivalente a 40 t ha⁻¹), ya que el manejo y los costos de producción son similares para cada tipo de sistema.

Cuadro 2. Comparación de tratamientos en cuanto al rendimiento por unidad de superficie y sus componentes, en jitomate cv. Conteza.

Tratamientos	Rendimiento (kg m ⁻²)	Frutos (nú- mero/m ²)	Peso me- dio del fruto (g)	Frutos por racimo	Peso por racimo (g)
Escaleriforme 1, 2, 3, 2, 1 raci- mos/planta, 25 plantas/m ²	25.5 a	219 a	116	4.9 bc	568.4 b
2 racimos/planta 16 plantas/m ²	21.7 ab	186 a	117	5.8 ab	678.6 ab
3 racimos/planta 12 plantas/m ²	21.1 ab	183 ab	115	5.1 abc	586.5 b
1 racimos/planta 36 plantas/m ²	20.0 b	171 b	117	4.8 bc	561.6 b
Testigo sin despun- te, 6 plantas/m ²	19.8 b	190 ab	105	3.9 c	409.5 c
1 racimos/planta 25 plantas/m ²	18.2 b	155 b	118	6.2 a	731.6 a
DMS (Tukey, 0.05)	4.77	46.00	25.08	1.21	104.78

Valores con la misma letra en cada columna son iguales entre sí (Tukey, 0.05).

DMS= Diferencia mínima significativa.

El mayor número de frutos por unidad de superficie correspondió a los tratamientos escaleriforme 1, 2, 3, 2, 1-25 y uniforme a 2 racimos/planta y 16 plantas/m², donde se cosecharon 219 y 186 frutos m⁻² de superficie útil respectivamente, que son estadísticamente diferente a los tratamientos donde se establecieron 25 y 36 plantas/m² despuntadas a un racimo y al testigo.

Para la variable peso medio de frutos no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, lo que parece indicar que el auto sombreado en los tratamientos de alta densidad no alcanzó a afectar de manera importante la cantidad de fotoasimilados asignados a cada fruto, pero sí

afectó al número de frutos y el peso medio de cada racimo (Cuadro 2). El tratamiento uniforme despuntado a 1 racimo/planta y 25 plantas/m² fue el que presentó el mayor número de frutos y peso medio por racimo mientras que el testigo sin poda y sin despunte fue el de menor número y peso, atribuible a que en este último tratamiento las plantas no se condujeron a un tallo sino que se dejaron crecer libremente con varias ramas y racimos, lo que ocasionó una mayor competencia por asimilados entre los brotes vegetativos y las inflorescencias, y provocó un menor cuajado de frutos por racimo. Al respecto, Atherton y Harris (1986) afirman que un mayor porcentaje de cuajado de frutos en las primeras inflorescencias puede promoverse mediante la eliminación oportuna del ápice del tallo principal (despunte), que inhibe la generación de nuevas hojas, brotes e inflorescencias, por lo que quedan disponibles más fotoasimilados para el desarrollo de los frutos.

El mayor rendimiento en el dosel escaleriforme 1, 2, 3, 2, 1-25 se atribuye a que produjo más racimos por unidad de superficie (45 racimos/m²) que en un dosel uniforme, sin afectar negativamente el peso medio por fruto ni el número de frutos por racimo. Esto probablemente fue resultado de un IAF alto asociado con una mejor distribución de la RFA en el dosel, debido a la forma escaleriforme de éste (Figura 1) que permitió la penetración de más radiación en los estratos inferiores del dosel. Como lo señalan Gardener *et al.* (1990), para un mismo índice de área foliar la producción de materia seca será mayor en aquellos doseles en que la radiación incidente se distribuya más homogéneamente entre todas las hojas. Así, a los 51 dds este tratamiento escaleriforme ya presentaba un IAF de 3.7 e interceptaba 98.7 % de la RFA incidente en el dosel, similar a lo mencionado por Charles-Edwards *et al.* (1986), quienes consideran que una estrategia para maximizar el rendimiento es lograr que el cultivo alcance y mantenga un IAF alto en las primeras etapas del cultivo y lo mantenga alto por un periodo largo.

Al comparar el rendimiento y sus componentes en los tratamientos de dosel uniforme donde las plantas se despuntaron a un racimo, no se observan diferencias significativas entre las densidades de 25 y 36 plantas/m², excepto para el número de frutos por racimo que fue más alto en la menor densidad. Este resultado concuerda con los de Sánchez y Corona (1994) y Sánchez y Ponce (1998), quienes indican que para plantas despuntadas a un racimo la densidad óptima es de 25 plantas/m² de superficie útil. Las plantas cultivadas a una densidad de 36 plantas/m² distribuidas en seis hileras, disponían de un reducido espacio entre plantas, lo que debió haber aumentado el autosombreado y disminuido la fotosíntesis en consecuencia, se redujo el cuajado de frutos por inflorescencia; no obstante, el rendimiento por unidad de superficie entre ambos tratamientos

fue similar pues aunque el tratamiento de 36 plantas/m² tenía 11 racimos/m² más, tanto el número de frutos como el peso medio por racimo fueron significativamente menores en el tratamiento de 2.5 plantas/m².

Se puede deducir entonces que si la densidad de plantas a un racimo en dosel uniforme se hubiese aumentado hasta 45 racimos/m² como en el dosel escaleriforme, con el dosel uniforme no se hubiera podido alcanzar el rendimiento por unidad de superficie logrado con el dosel escaleriforme.

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento por unidad de superficie para el cultivar Conteza se obtuvo con un dosel de tipo escaleriforme, constituido por una densidad de 25 plantas/m² de superficie útil con un arreglo de plantas en cinco hileras por tina orientadas en dirección norte-sur, que permite cosechar un total de 25.5 kg m⁻² en un mes. Ello se debió a un mayor número de frutos cosechados por unidad de superficie.

Con doseles uniformes de plantas despuntadas a un racimo, el rendimiento por unidad de superficie del cultivar Conteza no aumentó al incrementar la densidad de 25 a 36 plantas/m² de superficie útil.

BIBLIOGRAFÍA

- Atherton J G, G P Harris (1986) Flowering. In: The Tomato Crop. J G Atherton, J Rudich (eds). Chapman and Hall. London, U. K. pp: 167-200.
- Cancino B J, F Sánchez del C, P Espinosa R (1991) Efecto del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo 73-74:26-30.
- Chang J H (1974) Climate and Agriculture. An Ecological Survey. Aldine Publishing Company. Chicago, EUA. 304 p.
- Charles-Edwards D A, D Doley, G M Rimmington (1986) Modelling Plant Growth and Development. Academic Press. Sydney, Australia. 235 p.
- Gardner F P, R B Pearce, R L Mitchel (1990). Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Iowa, EUA. 327 p.
- Jarvis R W (1998) Control de Enfermedades en Cultivos de Invernadero. Mundi-Prensa. Madrid, España. 334 p.
- Papadopoulos A P, D P Ormrod (1990) Plant spacing effects on yield of the greenhouse tomato. Can. J. Plant Sci. 70: (2), 565-573.
- Resh H M (1992) Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 369 p.
- Sánchez del C F, P Espinosa R, E Escalante R (1992) Producción superintensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Avances de investigación. Revista Chapingo 78:62-68.
- _____, T Corona S (1994) Evaluación de cuatro variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. Rev. Chapingo S. Hortic. 1(2):109-114.
- _____, J Ortiz C, C Mendoza C, V González H, J Bustamante O (1998) Physiological and agronomical parameters of tomato in two new production systems. Rev. Fitotec. Mex. 21(1):1-13.
- _____, J Ponce O (1998) Densidades de población y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. Rev. Chapingo S. Hortic. 4(2):89-94.
- _____, J Ortíz C, C Mendoza C, V A González H, M T Colinas L (1999) Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Agrociencia 33(1):21-29.