

ESTADO DE DESARROLLO DE LA PLÁNTULA AL TRASPLANTE Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS DE TOMATE DETERMINADO CULTIVADO EN HIDROPONÍA E INVERNADERO

Gabriela Mixquititla-Casbis¹, Oscar Gabriel Villegas-Torres^{1*},
Carlos Manuel Acosta-Durán¹, Irán Alía-Tejacal¹, Dagoberto Guillén-Sánchez²,
Víctor López-Martínez¹, María Andrade-Rodríguez¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad 1001, Col Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

²Campus Oriente, Av Nicolás Bravo s/n, Parque Industrial Cuautla, Xalostoc, Ayala, Morelos.
Correo-e: voscar66@yahoo.com.mx

*Autor para Correspondencia.

RESUMEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más cultivada en México y también la que presenta mayor superficie de producción en invernadero. La calidad de plántula tiene un efecto significativo en la precocidad y en el rendimiento de híbridos de crecimiento indeterminado, pero se desconoce la influencia de la misma en variedades de hábito determinado, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto que tiene el desarrollo de la plántula al momento del trasplante sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de un híbrido de tomate de crecimiento determinado, producido en hidroponía y en condiciones de invernadero. Se utilizó el híbrido Xaman de tipo saladette. En el almácigo, el diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental involucró 110 plántulas y los tratamientos

correspondieron al desarrollo de éstas (3, 4, 5 y 6 hojas) al momento del trasplante. En producción, la distribución espacial de los tratamientos dentro del invernadero fue en bloques completos al azar con tres repeticiones y cuatro subrepeticiones; la unidad experimental se constituyó con ocho contenedores de plástico negro de 20 L, con dos plantas por contenedor, conducidas a un solo tallo y despuntadas a dos racimos. Se evaluaron parámetros morfológicos y de materia seca en las plántulas conforme presentaron el desarrollo para el trasplante indicado anteriormente. En producción se evaluaron variables de rendimiento. La conclusión fue que el estado de desarrollo de las plántulas de tres, cuatro, cinco y seis hojas al momento del trasplante tuvieron efecto similar en el número de frutos por planta (10.91), peso total de los frutos (1.05 kg.planta⁻¹) y el rendimiento por metro cuadrado (23.96 kg)

Palabras clave: tomate, trasplante, desarrollo, hidroponía.

Recibido: 8/04/2010; Aceptado: 15/06/2010.

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) is the most widely grown vegetable in Mexico and also has the highest area of greenhouse production. Seedling quality has a significant effect on the earliness and yield of indeterminate habit growth hybrids, but it is unknown the influence of it in certain determinate cultivars, so the aim of this study was to evaluate the effect of the development state of the seedling at transplanting moment on yield and fruit quality of tomato hybrid, produced in hydroponics and greenhouse conditions. The hybrid Xaman type saladette was used. In the nursery, the experimental design was completely randomized design with four replications, the experimental unit involving 110 seedlings, their development (3, 4, 5 and 6 leaves) at the time of transplantation were the treatments. In production, the spatial distribution of treatments within the greenhouse was randomized complete block with three and four sub replications; the experimental unit was formed with eight black plastic containers of 20 L, with two plants per container, led to a single blunt stem and two clusters. Morphological parameters and dry matter in seedlings under development presented above for transplantation were evaluated. Variables in performance were tested. the state of development of seedlings of three, four, five and six leaves at transplanting had similar effect on the number of fruits per plant (10.91), total weight of fruits (1.05 kg-plant⁻¹) and the yield per square meter (23.73 kg) was concluded.

Key words: *tomato, transplant, development, hydroponics.*

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el tomate es una de las hortalizas más cultivadas. Año con año aumenta la demanda y, en consecuencia, se incrementa la superficie de producción (Fundación Produce Chihuahua, 2008).

Los países productores de tomate más importantes son: China, Estados Unidos, Turquía y España (Fundación Produce Chihuahua, 2008). En cuanto a exportación mundial, México, Siria y España destinan el volumen mayor. En 2006, México exportó 1.03 millones de toneladas (Fundación Produce Chihuahua, 2008), y en el mismo año, Estados Unidos importó aproximadamente 85% de tomate fresco de invernadero de la República Mexicana (Cook, 2007).

Con respecto al mercado nacional, Sinaloa contribuye con 34% de la producción de tomate; Michoacán, 9%; Baja California Norte, 8%; Jalisco, 6%; Baja California Sur, 6%; otros estados, 37% (Fundación Produce Chihuahua, 2008).

El tomate es la hortaliza con mayor superficie sembrada en invernadero y en sistemas hidropónicos. En 2002 se tuvieron 1205 ha de hortalizas en ambiente controlado, de las cuales, 842 ha (69.87%) fue de tomate, distribuidas en los estados de: Jalisco, 262 ha; Sinaloa, 249 ha; Baja California Sur, 206 ha; Baja California Norte, 125 ha (Espinosa, 2004).

Varias investigaciones indican que algunas características del tomate como precocidad y número de frutos por planta, dependen de la calidad de la plántula. La altura de ésta es un indicador básico de calidad que debe ser entre 20 y 30 cm en el momento del trasplante (Marković *et al.*, 1997); sin embargo, Weston y Zandstra (1989), indican que la altura de las plántulas debe ser entre 10.1 y 26.8 cm dependiendo del volumen de los contenedores. La mayoría de los demandantes consideran que el tamaño adecuado de las plántulas de tomate para el trasplante es de 15 cm; para otros, de 12 a 16 cm (Leskovar, 2001; Espinosa, 2004).

Según Marković *et al.* (1997), el número y tamaño de las hojas son otros indicadores significativos de la calidad de las plántulas. El número de hojas debe ser

de seis a siete, el peso de la materia fresca del vástago de 6 a 8 g al momento del trasplante y peso de materia seca entre 8.1 y 12.7% para un buen enraizamiento y evitar el estrés de trasplante.

Saldaña (2008) menciona que las plántulas se pueden trasplantar cuando tienen cuatro hojas verdaderas; mientras que Taga *et al.* (2003) recomiendan el trasplante cuando la plántula tiene tres hojas verdaderas, aproximadamente 20 a 25 días después de la siembra. Weston y Zandstra (1989) señalaron que con plántulas de cuatro y cinco semanas de edad se obtuvo una producción total mayor.

Klapwijk (1986) indica que el criterio más importante para calidad de plántula es el área foliar debido a que determina el potencial de la actividad fotosintética. El peso de la materia fresca es un sustituto aceptable debido a la constancia de la proporción del peso de las hojas en las plántulas: 15 g en invierno, 30 g o más a partir de marzo.

Existe una correlación positiva entre el peso de materia seca de las plántulas con la producción temprana, el número y peso fresco de los frutos (Nicola y Basoccu, 1994).

En el caso de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.), con plántulas trasplantadas a los 35 días de edad, se inicia la cosecha de frutos a los 70 días después de la siembra, sin afectar el rendimiento; en cambio, con trasplantes más tardíos, plántulas de 40 días o más, se redujo significativamente la producción (Sánchez *et al.*, 2006).

El desarrollo de la plántula es el mejor índice de trasplante, y no la edad o el tamaño de la misma debido a que la tasa de crecimiento depende directamente de la temperatura prevaleciente durante la etapa de almácigo. En invernaderos con ambiente controlado se puede manipular el desarrollo de la plántula; sin embargo, en México, la

mayoría de los invernaderos no tienen este tipo de sistemas por lo que el control de la temperatura es relativo. Una plántula, independientemente del clima o de la época del año, pasa por diferentes etapas de desarrollo, es decir, una, dos, tres, cuatro y cinco hojas. El tiempo para llegar a la fase fenológica siguiente va a depender de la temperatura. Cuando se habla de edad se refiere a tiempo y no considera el desarrollo de la plántula, de tal manera que, dos plántulas con la misma edad pero en clima o época del año diferente, pueden presentar desarrollo distinto. Al respecto, Tognoni (2000) menciona que la temperatura afecta la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, el intercambio gaseoso, la producción y gasto de carbohidratos y reguladores de crecimiento, entre otros.

Se carece de información que relacione el estado de desarrollo de la plántula en el momento en que ésta es trasplantada con el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate determinado cultivado en hidroponía e invernadero.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tiene el desarrollo de la plántula al momento del trasplante sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de un híbrido de tomate de crecimiento determinado en cultivado en alta densidad, hidroponía y en condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se realizó del 19 de mayo al 12 de octubre de 2009, en un invernadero con cubierta de polietileno transparente ubicado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Mor., a una altitud de 1871 m. El clima de la región es A(C)w'₁(w)ig: semicálido con

temperatura media anual entre 18 y 22 °C, el porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual es menor de 5 mm, con presencia de canícula, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 °C y marcha de la temperatura tipo Ganges (García, 1985).

Material vegetal

Se utilizó el híbrido 'Xaman' (PS 01523137) que es un tomate saladette de crecimiento determinado y planta mediana a vigorosa con buena habilidad para cuajar mucha fruta y producir alto rendimiento. La fruta es grande de hombros lisos, de color rojo intenso y firme. Presenta resistencia al virus del encucharamiento amarillo de la hoja de tomate (Tomato Yellow Leaf Curl Begomovirus; TYLCV), tizón temprano del tomate (*Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*; ASC), fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, F-1 y 2), virus del mosaico del tomate (Tomato Mosaic Potyvirus; ToMV 0-2), virus de la marchitez manchada del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus; TSWV), marchitez por verticillium (*Verticillium dahliae* race; V-1), y resistencia intermedia a nematodos (*Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. Javanica*; N) (Seminis Vegetable Seeds, 2004).

Producción de plántula

Las semillas se sembraron individualmente a una profundidad aproximada de 5 mm, en charolas de polietileno negro de 200 cavidades. Se utilizó sustrato Sunshine3® (mezcla para la producción de plántulas) humedecido con agua. Una vez que se realizó la siembra, se dio un riego hasta el punto de goteo con una solución de Captan® (1 g·L⁻¹). Las charolas se pusieron en un germinador durante 72 h para inducir la germinación uniforme. Después de este tiempo se llevaron al invernadero para que las plántulas continuaran con su desarrollo. Con un aspersor manual se dieron dos riegos diarios (9:00 y 15:00 h) dependiendo del tiempo atmosférico por sistema abierto

hasta el punto de goteo. A partir de la siembra y hasta la emergencia de la plántula se regó con agua. A partir del 50% de emergencia y hasta la aparición visual de la primera hoja verdadera, se regó con la solución nutritiva universal de Steiner al 30% (Steiner, 1984) de concentración iónica total; posteriormente se utilizó la solución nutritiva al 60% (Steiner, 1984) hasta que las plántulas alcanzaron el desarrollo para el trasplante.

Manejo de la planta para producción

El primer trasplante con tres hojas verdaderas se realizó el 16 de junio, el segundo trasplante el 19 de junio, el tercer trasplante el 24 de junio y el cuarto trasplante el 30 de junio (Cuadro 1).

Se trasplantaron dos plántulas por contenedor de polietileno negro de 20 L, calibre 700, los cuales contenían el sustrato (arena de tezontle rojo) que se humedeció con agua de la llave antes del trasplante. Se usó la solución nutritiva universal de Steiner (Steiner, 1984) al 80% de la concentración iónica total para todo el ciclo del cultivo preparada con fertilizantes comerciales altamente solubles: nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y fosfato de potasio, y agua de la llave previo análisis físico-químico de ésta última. El volumen de riego varió de 0.160 a 1.122 L por planta distribuidos en ocho riegos (9:00, 10:30, 11:30, 12:30, 13:30, 14:30, 15:30 y 17:00 h), en función del desarrollo de la misma (Anexo 2). El arreglo topológico de las plantas fue en tresbolillo a una densidad de 22.6 plantas·m⁻²; esto se consiguió sembrando dos plántulas por contenedor y colocando estos recipientes uno tras otro en la misma línea (25 cm de centro a centro del contenedor), y con una separación entre doble hilera de 35 cm de centro a centro. El área que ocuparon los contenedores sin incluir el de los pasillos fue lo que conformó el espacio útil. Se usó hilo de polipropileno negro para el tutorado de las plantas que se condujeron a un solo tallo, para lo cual, se eliminaron los brotes

axilares conforme aparecieron. Las hojas senescentes se quitaron cuando los frutos del primer racimo de la planta cuajaron, y se continuó con esta práctica conforme los frutos alcanzaron la madurez fisiológica. Las plantas se despuntaron para dejar dos racimos haciendo el corte del tallo por arriba y al ras de la tercera hoja, sobre el último racimo. La recolección de los frutos se realizó en estado "rojo" (NMX-FF-031-1997) de manera manual con tijeras de podar.

Tratamientos y diseño experimental

En la etapa de plántula, la distribución espacial de los tratamientos fue completamente al azar. La unidad experimental la conformaron 110 celdas de la charola de 200 cavidades con una plántula por cada celda. De las plántulas anteriores se tomaron cinco en competencia completa para evaluar variables morfológicas, 10 para la materia seca y 88 se trasplantaron para llevarlas a producción; las siete sobrantes se eliminaron (Cuadro 1).

En la etapa de producción, se tuvieron cuatro tratamientos que correspondieron a los de la etapa de plántula porque el objetivo fue evaluar la producción y la calidad de los frutos como respuesta al estado de desarrollo de la plántula al trasplante. Se consideraron cuatro repeticiones por tratamiento en distribución espacial dentro del invernadero en bloques completos al azar. La unidad experimental constó de seis contenedores

con dos plantas por contenedor, de los cuales se seleccionaron los dos centrales para evaluar la producción y calidad de los frutos de las cuatro plantas.

Variables de respuesta

Etapa de almácigo

Las variables de respuesta se evaluaron cuando las plántulas presentaron el estado de desarrollo de acuerdo con los tratamientos (Cuadro 1).

Las variables de respuesta se evaluaron cuando las plántulas presentaron el estado de desarrollo de acuerdo con los tratamientos (Cuadro 1). Se determinaron: longitud y diámetro de tallo, longitud y volumen de raíz.

El área foliar se determinó con un medidor de área foliar portátil (CI-202, CID, Washington, Estados Unidos).

Para determinar el peso de materia seca de raíz, tallo y hojas se secó el material con una estufa de circulación forzada de aire a una temperatura de 70 °C por 72 h, y para pesar se usó una balanza analítica.

En la partición de materia seca se consideró el peso de la materia seca de raíz, tallo y hoja en relación con el peso de la materia seca total de la plántula, expresado en porcentaje.

Cuadro 1. Desarrollo de la plántula de tomate de crecimiento determinado al momento del trasplante.

Tratamiento	Descripción
1	Tres hojas verdaderas, y la cuarta con 10 ± 1 mm
2	Cuatro hojas verdaderas, y la quinta con 5 ± 1 mm
3	Cinco hojas verdaderas, y la sexta con 5 ± 1 mm
4	Seis hojas verdaderas, y la séptima con 5 ± 1 mm

Variables de crecimiento y de precocidad de la planta destinada para producción

Se consideraron las variables de: altura de planta al primer y segundo racimo, diámetro de tallo y número de flores por racimo.

Variables de rendimiento y calidad de fruto

Número de frutos por racimo y por planta, peso de biomasa fresca por fruto, peso de biomasa fresca de frutos por racimo y por planta, longitud y diámetro ecuatorial del fruto medido con un vernier digital (Traceable, Texas, Estados Unidos), concentración de sólidos solubles totales que se cuantificaron en frutos en estado de maduración 'rojo' (NMX-FF-031-1997), con un refractómetro digital (Atago, PAL 1, Tokio, Japón).

Análisis estadístico de los resultados

Las variables de respuesta se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias Scheffe ($P \leq 0.05$) con el Sistema de Análisis Estadístico para Windows, versión 6.10 (SAS Institute, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la plántula al momento del trasplante

La longitud y diámetro del tallo, área foliar y volumen de raíz fueron estadísticamente diferentes donde el valor más bajo lo tuvieron las plántulas con tres hojas verdaderas, incrementándose de forma gradual conforme el desarrollo (Cuadro 2). Esta diferencia es obvia debido al tiempo que tuvieron las plántulas para crecer en las charolas: cuando presentaron tres hojas verdaderas, fue de 28 días; para las de cuatro, 31 días; las de cinco, 36 días, y para las de seis hojas fue de 42 días.

No se manifestaron diferencias significativas para la longitud de raíz, siendo en promedio de 7.98 cm (Cuadro 2). Sánchez *et al.* (2006) mencionan que el tamaño de contenedor limita el crecimiento de las raíces de las plántulas, por lo que se le puede atribuir al volumen del contenedor, el desarrollo similar de este órgano de las plántulas en los diferentes tratamientos. Las plántulas con más acumulación de materia seca fueron las que presentaron seis hojas al momento del trasplante, lo cual corresponde con el mayor tamaño alcanzado por ellas. Las plántulas con tres y cuatro hojas produjeron materia seca similar en raíz, tallo y peso seco total (Cuadro 3).

Las plántulas con más acumulación de materia seca fueron las que presentaron seis hojas al momento del trasplante, lo cual corresponde con el mayor tamaño alcanzado por ellas. Las plántulas con tres y cuatro hojas produjeron materia seca similar en raíz, tallo y peso seco total (Cuadro 3).

En términos de partición de materia seca, se manifestaron diferencias altamente significativas entre las plántulas de los diversos tratamientos. En las de seis hojas se acumuló la materia seca en el tallo en detrimento de la raíz y del follaje; mientras que en las plántulas de cuatro hojas se incrementó la materia seca del follaje y raíz, y disminuyó la del tallo (Cuadro 4).

Crecimiento de la planta

El trasplante a tres, cuatro, cinco y seis hojas tuvieron efecto similar en el diámetro de la planta (8.39 mm) y en el número de flores en el primero (5.87) y segundo racimo (6.48). Las plántulas con tres hojas verdaderas al trasplante indujeron que la altura de los racimos se incrementara en comparación con los otros tratamientos (Cuadro 5); sin embargo, la diferencia en esta característica no afectó las variables de rendimiento: número de frutos por racimo, peso promedio, longitud promedio y diámetro promedio de fruto y peso total de frutos (Cuadro 6).

Cuadro 2. Características morfológicas de las plántulas de tomate determinado 'Xaman' en diferentes estados de desarrollo.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	Longitud de tallo (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	Longitud de raíz (cm)	Volumen de raíz (mL)
3	7.10 d	2.49 d	8.29 d	7.67 a	0.57 c
4	9.63 c	2.74 c	28.15 c	8.59 a	0.88 bc
5	13.87 b	3.11 b	42.90 b	7.35 a	1.18 ab
6	19.48 a	3.63 a	100.07 a	8.31 a	1.50 a
DMS	1.86	0.22	12.55	19.74	0.37
CV	16.47	8.40	30.92	24.62	40.45

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Cuadro 3. Peso de la materia seca de los órganos de la plántula de tomate determinado 'Xaman' al trasplante.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	PSR	PST	PSH	PSTOTAL
3	21.07 c	25.40 c	86.70 d	133.17 c
4	24.45 c	40.30 c	135.60 c	200.36 c
5	43.21 b	88.38 b	218.48 b	350.06 b
6	73.70 a	242.55 a	377.60 a	693.85 a
DMS	7.57	39.95	47.08	87.96
CV	20.60	44.52	25.43	28.22

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación; PSR, peso seco raíz (mg·plántula⁻¹); PST: peso seco tallo (mg·plántula⁻¹); PSH: peso seco hoja (mg·plántula⁻¹); PSTOTAL: peso seco de la plántula completa (mg·plántula⁻¹).

Cuadro 4. Partición de la materia seca en las plántulas de tomate determinado 'Xaman' al trasplante.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	PMSR	PMST	PSMH
3	15.80 a	19.07 c	65.11 b
4	12.06 bc	20.20 c	67.73 a
5	12.31 b	25.14 b	62.54 c
6	10.98 c	34.08 a	54.92 d
DMS	1.22	2.44	2.12
CV	10.56	10.96	3.75

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV: coeficiente de variación; PMSR, partición de materia seca raíz (%); PMST, partición de materia seca tallo (%); PSMH, partición de materia seca hoja (%).

Cuadro 5. Características morfológicas de las plantas de tomate en producción por efecto del desarrollo de las plántulas al momento del trasplante.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	Diámetro de tallo (mm)	Número de flores racimo uno	Número de flores racimo dos	Altura al primer racimo (cm)	Altura al segundo racimo (cm)
3	8.13 a	5.75 a	6.31 a	38.28 a	53.28 a
4	8.17 a	6.31 a	6.37 a	37.37 ab	52.15 ab
5	8.29 a	5.50 a	6.62 a	32.34 b	45.03 b
6	8.60 a	5.93 a	6.62 a	35.59 ab	48.31 ab
DMS	0.68	1.64	1.26	5.30	7.49
CV	8.12	27.56	19.16	14.53	14.82

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Rendimiento y calidad de frutos

No se manifestó efecto diferente por el desarrollo de la plántula al trasplante para peso, longitud y diámetro promedio de los frutos de los dos racimos. Los valores promedio fueron 95.30 g, 61.92 mm y 51.88 mm en el primer racimo, respectivamente, y 113.57 g, 65.18 mm y 52.19 mm, en el segundo racimo (Cuadro 6). De acuerdo con Sánchez-Del Castillo y Ponce-Ocampo (1998), una explicación probable al resultado anterior es que las plantas con los distintos tratamientos crecieron con una competición similar en cuanto a los diversos factores externos que inciden en la producción, entre los que se encuentran, la disponibilidad de agua, nutrientes e intensidad luminosa.

El peso total de frutos fue superior en el primer racimo cuando el trasplante se realizó con cuatro hojas, y en el segundo racimo, con plántulas con seis hojas verdaderas (Cuadro 6). Lo anterior implica que si se quiere producir tomate en alta densidad y con despunte a un racimo, el desarrollo idóneo de la plántula al momento del trasplante es cuando presente cuatro hojas. Esto difiere con lo reportado por Sánchez-Del Castillo y Ponce-Ocampo (1998) quienes mencionan una edad

adecuada para el trasplante de 45 a 60 días (la plántula presenta más de seis hojas) si se va a conducir la planta a un solo tallo y despuntarlo a uno, dos o tres racimos por planta.

En cuanto a rendimiento total, no hubo diferencias significativas sobre el número de frutos por planta (10.91), peso de frutos por planta ($1.05 \text{ kg} \cdot \text{planta}^{-1}$) y el rendimiento por metro cuadrado (23.96 kg), por efecto del estado de desarrollo de la plántula al momento del trasplante (Cuadro 7). Lo anterior puede atribuirse a que todas las plantas se despuntaron a dos racimos implicando condiciones similares de competencia entre éstos por fotoasimilados. La importancia de estos resultados radica en la posibilidad de trasplantar en diferente estado de desarrollo de la plántula (de 28 a 42 días después de la siembra), sin disminución del rendimiento, siempre y cuando, sea en alta densidad ($22.6 \text{ plantas} \cdot \text{m}^2$), conducido a un solo tallo y con híbridos de crecimiento determinado, puesto que, Nicola y Basoccu (1994) mencionan correlación positiva entre el peso de materia seca de las plántulas con la producción temprana, el número y peso fresco de los frutos en tomate de crecimiento indeterminado.

Cuadro 6. Calidad de frutos de tomate determinado 'Xaman' en cada uno de los racimos.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	Número de frutos por racimo	Peso promedio por fruto (g)	Longitud promedio de fruto (mm)	Diámetro promedio de fruto (mm)	Peso total de frutos (g)
Racimo uno					
3	4.98 b	102.60 a	62.15 a	53.52 a	513.81 b
4	6.68 a	98.35 a	64.21 a	52.27 a	664.99 a
5	5.10 b	89.96 a	60.44 a	50.84 a	453.90 b
6	5.25 b	90.30 a	60.90 a	50.89 a	463.75 b
DMS	0.74	17.10	4.74	3.95	84.22
CV	30.35	40.69	17.33	17.25	35.98
Racimo dos					
3	6.23ab	99.52 a	64.14 a	51.52 a	608.03 ab
4	5.61 c	104.46 a	65.60 a	51.94 a	594.53 ab
5	6.35 a	96.71 a	64.45 a	51.15 a	590.62 b
6	5.85b c	113.59 a	66.55 a	54.15 a	654.94 a
DMS	0.45	19.31	5.36	3.83	61.14
CV	18.15	45.18	19.89	17.78	24.18

Valores con la misma letra en cada columna, en cada racimo, son estadísticamente iguales de acuerdo con Scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Cuadro 7. Rendimiento de frutos de tomate determinado 'Xaman' por planta y por superficie.

Desarrollo de la plántula al trasplante (Número de hojas)	Número de frutos por planta	Peso de frutos por planta (kg)	Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)
3	10.75 a	1.08 a	28.72 a
4	11.43 a	1.11 a	29.52 a
5	10.87 a	1.02 a	27.13 a
6	10.62 a	1.02 a	27.13 a
DMS	1.73	0.25	5.82
CV	15.61	23.88	23.87

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con scheffe ($P \leq 0.05$); DMS, diferencia mínima significativa; CV, coeficiente de variación.

Considerando una superficie útil de 29.76%, lo que representa 297.6 m² de un invernadero de 1000 m², con 6,726 plantas despuntadas a dos racimos, el rendimiento potencial es 7 130 t.

CONCLUSIÓN

El estado de desarrollo de las plántulas de tomate determinado 'Xaman' de tres, cuatro, cinco y seis hojas al momento del trasplante tuvieron efecto similar en el número de frutos por planta (10.91), peso de frutos por planta (1.05 kg-planta⁻¹) y el rendimiento por metro cuadrado (23.96 kg).

LITERATURA CITADA

- Cook, R., 2007. Producción de tomate en invernadero en México: un negocio competitivo y en expansión. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. [En línea]. Disponible en: <http://www.focir.gob.mx/agroindustria/documents/ProduccióndeTomateenInvernadero.pdf> (Consultado el día 26 de septiembre de 2009).
- Espinosa Z., C. 2004. Producción de tomate en invernadero. pp. 19-27. *In*: Sánchez R.; R. J.; A. Moreno R.; J. L. Puente M.; J. Araiza Ch. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura, Invernaderos: diseño, manejo y producción. Torreón, Coah., Méx. Octubre 13, 14 y 15.
- Fundación Produce Chihuahua. 2008. Dinámica y prospectiva de las necesidades de investigación y transferencia de tecnología de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales del estado de Chihuahua. [En línea]. Disponible en: http://www.producechihuahua.org/listing/17_Tomate_Conf.pdf (Consultado el día 26 de septiembre de 2009).
- García, E. 1985. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Tercera edición. Offset Larios. México. 251 p.
- Klapwijk, D. 1986. Production of tomato transplants in the Netherlands. *Acta Hort.* 190: 505-510.
- Leskovar, D. I. 2001. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Texas A. & University, Estados Unidos. [En línea]. Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Curso.pdf> (Consultado el día 26 de septiembre de 2009).
- Marković, V., M. Djurovka; Ž. Ilin. 1997. The effect of seedling quality on tomato yield, plant and fruit characteristics. *Acta Hort.* 462: 163-167.
- Nicola, S.; L. Basoccu. 1994. Nitrogen and N, P, K relation affect tomato seedling growth yield and earliness. *Acta Hort.* 357: 95-99.
- NMX-FF-031-1997. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Hortalizas frescas. Tomate – (*Lycopersicon esculentum* Mill). Especificaciones. [En línea]. Disponible en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-031-1998.PDF> (Consultado el día 26 de septiembre de 2009)
- Saldaña T., S. 2008. Producción hidropónica y transformación agroindustrial del tomate saladette (*Lycopersicon esculentum*). Curso precongreso. XVI Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, V International Biochemical Engineering, VI Jornadas Científicas de Biomedicina y Biología Molecular. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Sánchez-del Castillo, F.; J. Ponce-Ocampo. 1998. Densidad de plantación y nivel de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(2): 89-93.

Sánchez del C., F.; E. C. Moreno P.; E. Contreras M.; E. Vicente G. 2006. Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo, mediante trasplante tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (2): 87-90.

SAS Institute, 1994. The SAS system for Windows. Release 6.10. SAS Institute. North Caroline, USA.

Seminis Vegetable Seeds. 2004. Catálogo de productos: Tomate. [En línea]. Disponible en <http://www.seminis.com.mx/products/tomate/xaman.asp> (Consultado el día 26 de septiembre de 2009).

Steiner, A. A. 1984. The universal solution. ISOSC. pp. 633-649. *In: Proceedings of 6th International Congress on Soilles Culture.* Lunteren, The Netherlands.

Tognoni, F. 2000. Temperatura. pp: 12-27. *In: Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (Ed.). Memoria del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas.* 21-26 de agosto de 2000. Jalisco, México.

Weston, L. A.; B. H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *HortScience* 24: 88-90.