

EFFECTOS DEL MANEJO DE ESQUEJES SOBRE EL RENDIMIENTO DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN HIDROPONIA

G. Juárez-López; F. Sánchez-Del Castillo; E. Contreras-Magaña

Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. C.P. 56230. Tel. (595) 2-15-00 ext. 6225

Fax (595)4-09-57 E-mail soffiel@mpsnet.com.mx

RESUMEN

Con el fin de contribuir a generar una metodología de propagación vegetativa de jitomate, se evaluó el crecimiento y rendimiento de plantas del cv. Daniela usando como tratamientos esquejes de diferente origen (brotes laterales o apicales), tamaño (10 y 15 cm), con poda o no de la hoja basal del esqueje antes de enraizar y sin poda o con poda parcial de la hoja más grande (remoción de 1/2 ó 1/3 de hoja). El experimento se llevó a cabo en Cuautlalpan, Estado de México, México, bajo condiciones de invernadero e hidroponia, utilizando un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas, correspondiendo las parcelas al factor origen, las subparcelas al tamaño y las subsubparcelas a la combinación de los niveles poda de la hoja basal y poda parcial de la hoja más grande. La unidad experimental después del trasplante consistió de cinco esquejes con tres repeticiones. Las plantas se condujeron mediante el despunte de la yema terminal a un solo racimo por planta y con una densidad de 25 plantas·m⁻². Las variables evaluadas fueron: altura de planta y diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante, rendimiento, número y peso medio de frutos. Hubo diferencias significativas de los factores estudiados para altura de planta y diámetro de tallo, pero sólo la poda de la hoja basal del esqueje afectó negativamente al rendimiento, obteniéndose 0.8 kg·m⁻² más cuando no se retiró dicha hoja.

PALABRAS CLAVE: Esquejes, agricultura protegida, AIB, poda, enraizamiento.

EFFECTS OF CUTTING MANAGEMENT ON SOILLESS TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) YIELDS

SUMMARY

In order of contribute to the generation of a tomato vegetative propagation method, the growth and yield of plants cv Daniela using as treatments cuttings of different source (lateral or terminal buds), size (10 and 15 cm), with or without pruning in the basal leaf before rooting and without or with partial pruning of largest leaf (removing 1/2 or 1/3 of the leaf) were evaluated. The experiment was carried out in Cuautlalpan, Estado de México, México under glasshouse conditions and in a soilless system, using a completely random design, arranged in subdivided plots, corresponding the source factor to plots, the size of cuttings to subplots and the combination of type of pruning in the basal leaf and partial pruning in the largest leaf to subsubplots. The experimental unit after trasplant consisted of five cuttings with three replications. The plants were trimmed (pruning of terminal bud) to leave just one truss per plant and were growing at a density of 25 plants·m⁻². The evaluated traits were: plant height and stem diameter 45 days after trasplant, fruit yield, fruit number and mean fruit weight. There were significant differences of the studied factors for plant height and stem diameter, bud only pruning of the basal leaf negatively affected the fruit yield (0.8 kg·m⁻² more fruit yield was obtained when the basal leaf was not removed).

KEY WORDS: Cuttings, protected cultivation, IBA, pruning, rooting.

INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada de jitomate en México en 1994 fue de 76 219 hectáreas (Anónimo, 1995). Aproximadamente un 10% se produce bajo sistemas intensivos ya que se utiliza una o más combinaciones de tecnologías como riego por goteo, acolchado, microtúnel, invernadero

o hidroponia, necesarias para obtener alta productividad y calidad. Al utilizar las tecnologías mencionadas principalmente para la exportación, es importante contar con material genético de gran potencial de rendimiento y que responda a las exigencias del mercado, como es el caso de los materiales de larga vida de anaquel. Sin embargo, el alto costo de cultivares de este tipo (del orden de

\$150,000.00 por kilogramo de semilla en 1998) ha restringido su utilización incluso en sistemas de hidroponía e invernaderos.

Por otro lado, después de varios trabajos de investigación realizados en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (Cancino *et al.*, 1990; Sánchez y Corona, 1994; Sánchez y Ponce, 1998; Sánchez *et al.*, 1998), se ha comprobado y se ha validado a escala comercial que se puede reducir el ciclo de producción de jitomate a menos de tres meses si se realizan despuntes para dejar un racimo por planta a densidades de 25 plantas·m⁻²; de este modo es posible alcanzar una productividad de 600 t·ha⁻¹·año⁻¹ ya que se pueden obtener más de cuatro ciclos de cultivo por año con rendimientos del orden de 15 kg·m⁻²·ciclo⁻¹ (Sánchez y Ponce, 1998; Sánchez *et al.*, 1998). Como ventaja adicional de esta modalidad de cultivo se pudo concentrar toda la cosecha de un ciclo en un intervalo corto de tiempo, lo que permite programar la producción para las fechas (ventanas) en que los precios de venta son más favorables para el productor; (por ejemplo, del 1 al 15 de junio ó del 1 al 15 de diciembre en el mercado nacional según datos de los anuarios estadísticos del Sistema Nacional de Investigación de Mercados.

Un inconveniente de este paquete tecnológico, sobre todo cuando se utilizan genotipos de larga vida de anaqueles es que, al manejar altas densidades por unidad de superficie y por año, se elevan los costos de producción por el costo de la semilla. Se piensa que la propagación vegetativa, particularmente el enraizamiento de esquejes de jitomate (Aragón, 1995; Gutiérrez, 1997) puede ser una opción para resolver este problema. Debe tomarse en cuenta también que, como resultado de las podas y despuntes que se realizan bajo el sistema de altas densidades a un racimo por planta, se produce un número considerable de brotes laterales y terminales que se podrían enraizar, pero que normalmente se desechan.

Hartmann y Kester (1987) indican que el éxito en la reproducción vegetativa a partir de estacas depende de la atención que se le preste a cada uno de los factores que afectan la regeneración. Estos factores los agrupan en: selección del material vegetal, tratamiento de las estacas o esquejes y condiciones ambientales durante el enraizamiento. Para estacas herbáceas recomiendan longitudes entre 7 y 12 cm con hojas en la parte superior y en caso que la propagación sea bajo nebulización, se pueden usar estacas más grandes con mayor área foliar, con las cuales se puede obtener enraizamiento más vigoroso. Según ellos las hojas grandes deben podarse para disminuir la tasa de transpiración y para que ocupen menor espacio en la cama de propagación.

Ito y Sugara (1982) propagaron jitomate a partir de esquejes laterales de 25 y 30 cm de longitud obtenidos de plantas de dos años de edad. Similarmente, Bruin y Sande (1986), con los genotipos 'Marathor', 'Abunda' y

'Mercator', en tres años de cultivo obtuvieron rendimientos similares a las plantas provenientes de semilla con plantas propagadas a partir de esquejes apicales de 30 cm de longitud, pero con la ventaja que la cosecha en plantas provenientes de esqueje empezó a los 70 días, contra 120 días en las plantas provenientes de semilla.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar varias formas de procesar esquejes de jitomate a fin de encontrar la más adecuada para incluirla como parte de los sistemas de cultivo basados en despuntes para dejar sólo uno o dos racimos por planta en altas densidades de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero, bajo el sistema de hidroponía, de octubre de 1997 a febrero de 1998, en la empresa comercial "Industrial Agropecuaria Junco", ubicada en el km 31 de la carretera México-Texcoco, Cuautlalpan, Estado de México, México.

Se obtuvieron esquejes de plantas del cultivar Daniela de 70 días de edad, provenientes de brotes o de los ápices (yemas terminales) al despuntar las plantas. Se retiraron las inflorescencias visibles en el esqueje y una vez preparado (de acuerdo a cada tratamiento) se trató la base del mismo con Radix F-10000® (producto en polvo que contiene 10000 mg·kg⁻¹ de ácido indol-3-butírico), sumergiendo aproximadamente 2 cm de la base del esqueje (incluyendo la parte expuesta por el corte) y se plantaron a una distancia de 5 cm entre esquejes. Se estudiaron los siguientes factores y niveles, que combinados dieron lugar a 24 tratamientos:

FACTOR	NIVELES
Origen del esqueje	brotes laterales o ápices terminales
Longitud del esqueje	10 cm ó 15 cm
Poda de la hoja basal del esqueje	con poda o sin poda
Poda parcial de la hoja más grande del esqueje	sin poda, poda de 1/3 o poda de 1/2 de la hoja

En la cama de propagación se formó un microtúnel de 1.3 m de ancho por 1 m de altura cubierto con polietileno transparente. También se colocó una tira de polietileno blanco y más delgado en la parte superior del microtúnel, para reducir la intensidad luminosa. Como sustrato se utilizó arena de tezontle (partículas de 1 a 4 mm de diámetro) en una capa de 10 cm de profundidad. El riego fue por microaspersión, un minuto cada dos horas y a partir del décimo día se suministró un riego diario de 4 a 6 litros·m⁻² de solución nutritiva, preparada a base de fertilizantes comerciales, con la siguiente concentración de nutrimentos en mg·litro⁻¹: N = 250, P = 60, K = 250, Ca =

250, Mg = 60, S = 200, Fe = 3, Mn = 0.5, B = 0.5, Cu = 0.01 y Zn = 0.01 Mo y Cl no se añadieron, ya que se requieren en tan bajas concentraciones que se consideró que había suficiente como impureza en los fertilizantes y en el agua de riego.

Independientemente del origen, longitud o tipo de poda de los esquejes estos enraizaron adecuadamente en casi el 100% de los casos en un lapso de 15 días y fueron trasplantados en el lugar definitivo 20 días después de ponerlos a enraizar, a una densidad de 25 plantas·m⁻² y se condujeron en un sistema de producción a un racimo; quitando el ápice terminal dos hojas arriba de la inflorescencia (despunte) y removiendo los brotes laterales para dejar un solo tallo.

Los tratamientos se distribuyeron de acuerdo al diseño experimental completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas, donde en la parcela estuvo el factor origen, en las subparcelas el factor tamaño y en las subsubparcelas las combinaciones de los niveles de poda en la hoja basal y poda de una parte de la hoja más grande. La unidad experimental consistió de cinco esquejes con tres repeticiones.

Como variables respuesta se consideraron el diámetro de tallo (cm) medido en los primeros 4 cm arriba de la superficie del sustrato y la altura de planta (cm), ambos a los 45 días después del trasplante; el rendimiento y número de frutos·m⁻², y el peso medio de fruto. Estas variables fueron analizadas estadísticamente mediante análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey con $P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre plantas provenientes de esquejes apicales o laterales para ninguna de las variables consideradas, sólo cabe mencionar que se observó una tendencia de las primeras a producir más frutos en el racimo dejado (Cuadro 1). Este aspecto tener importancia desde el punto de vista agronómico, por lo que se considera que valdría la pena estudiarlo con más detalle en experimentos posteriores.

CUADRO 1. Efecto del origen del esqueje sobre variables de crecimiento y rendimiento en plantas de jitomate conducidas a un racimo.

Origen	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Rendimiento (kg·m ⁻²)	Frutos·m ⁻²	Peso medio de fruto (g)
Laterales	31.6	0.69	4.7	85.1	55.7
Apicales	34.3	0.65	5.1	104.1	52.3
DMS ^z	5.7	0.11	1.3	22.4	8.4

^z Diferencia mínima significativa²

² Según la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

Con relación al tamaño de los esquejes se encontró que las plantas provenientes de esquejes de 15 cm de longitud presentaron valores significativamente más altos que las que provenían de esquejes de 10 cm con respecto a las variables de altura de planta y diámetro de tallo (Cuadro 2). Esto era de esperarse ya que desde el enraizamiento las primeras contaban con 5 cm más de altura.

CUADRO 2. Efecto del tamaño del esqueje sobre variables de crecimiento y rendimiento en plantas de jitomate conducidas a un racimo.

Tamaño del esqueje (cm)	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Rendimiento (kg·m ⁻²)	Frutos·m ⁻²	Peso medio de fruto (g)
10	32.2 b ^z	0.64 b	4.9 a	90.9 a	58.3 a
15	37.7 a	0.71 a	4.8 a	98.3 a	49.7 a
Diferencia mínima significativa	1.2	0.03	1.3	19.3	10.1

^z Valores con diferente letra dentro de columnas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

La poda de la hoja basal del esqueje al momento de ponerlo a enraizar afectó negativa y significativamente la altura de la planta, el diámetro del tallo y el rendimiento por unidad de superficie en relación al tratamiento en que no se podó dicha hoja (Cuadro 3). Como la hoja basal del esqueje era la de más área foliar y, por lo tanto la principal fuente de asimilados al momento del enraizado, su remoción probablemente afectó negativamente el proceso de enraizamiento y crecimiento de la raíz (demandante de asimilados en ese momento), del tallo y de la inflorescencia. Como lo señaló Shishido *et al.* (1989), una hoja puede contribuir hasta con un 30% de lo demandado. Similarmente Fisher (1975) indicó que hay una relación lineal entre el peso fresco total de los frutos y el peso seco total de las hojas.

Cuadro 3. Efecto de podar la hoja basal del esqueje sobre variables de crecimiento y rendimiento en plantas de jitomate conducidas a un racimo.

Hoja basal	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Rendimiento (kg·m ⁻²)	Frutos·m ⁻²	Peso medio de fruto (g)
Sin poda	34.1 a ^z	0.70 a	5.3 a	99.0 a	54.9 a
Con poda	31.8 b	0.64 b	4.5 b	90.2 a	53.1 a
DMS ^y	1.9	0.04	0.7	14.2	6.5

^z Valores con diferente letra dentro de columnas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

^y Diferencia mínima significativa

Los tratamientos de poda parcial de la hoja más grande del esqueje (1/3 o 1/2 de la hoja) al momento del en-

raizamiento, no afectaron ninguna de las variables consideradas en relación al tratamiento de no podar; sin embargo, la interacción entre los factores origen del esqueje y poda parcial de la hoja más grande fue significativa para el número de frutos por unidad de superficie. En el Cuadro 4 se puede observar que a medida que se podó mayor cantidad de la hoja más grande en esquejes de origen lateral, se produjo un aumento en el número de frutos·m⁻², mientras que en los esquejes de procedencia apical sucedió lo contrario.

Es difícil encontrar una explicación a ese efecto de interacción encontrado. Una hipótesis es que la iniciación de la inflorescencia en un brote lateral pudo ser más afectada por la desventaja que tiene ésta, en la competencia por fotoasimilados con la inflorescencia que se inicia en la yema terminal, ya que esta última por su ubicación tiene mayor fuerza de demanda (Khan y Sagar, 1967; Slack y Calvert, 1977). Es probable que en los brotes laterales al momento del enraizamiento se estaba iniciando la inflorescencia, por lo que la remoción de parte de la hoja en crecimiento que en ese momento actuaba como demanda favoreció a la inflorescencia al dejarle más fotoasimilados disponibles; en tanto, la inflorescencia de los esquejes de procedencia terminal ya estaba iniciada y la remoción parcial de la hoja pudo afectar la asimilación provocando la aborción de botones o flores ya formadas. Esto esta de acuerdo con lo mencionado por Leopold y Lam (1960) y Abdul y Harris (1978) en el sentido de que la remoción de hojas jóvenes en el periodo inmediatamente anterior a la inducción floral provoca un aumento en el número de flores. En todo caso parece interesante desarrollar una investigación al respecto donde se considere un estudio anatómico en brotes con características similares.

Cuadro 4. Efecto de las combinaciones origen del esqueje y niveles de poda de la hoja más grande sobre el número de frutos de jitomate por unidad de superficie.

Origen del esqueje y nivel de poda en la hoja más grande	Frutos·m ⁻²
Lateral sin poda	75.0 f ^z
Lateral y poda de un tercio de la hoja	80.5 c
Lateral y poda de la mitad de la hoja	99.9 e
Apical sin poda	112.5 a
Apical y poda de un tercio de la hoja	108.3 b
Apical y un medio de la hoja	91.6 d
Diferencia mínima significativa	1.0

^z Valores con diferente letra dentro de columnas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$.

Con base en los resultados obtenidos se puede recomendar la propagación vegetativa obteniendo esquejes preferentemente de las yemas terminales (las provenien-

tes del despunte) con un tamaño de 10 cm y sin poda total de la hoja basal ni poda parcial de la hoja más grande.

CONCLUSIONES

De los resultados y condiciones en que se desarrolló el experimento se puede concluir lo siguiente:

Ni el origen, ni la longitud de los esquejes de jitomate no tuvieron efecto sobre el rendimiento o sobre sus componentes primarios (número o peso de frutos).

La poda parcial de la tercera parte o de la mitad de la hoja más grande de los esquejes no afectó el rendimiento o sus componentes primarios de manera diferente a los esquejes en que no se realizó este tipo de poda.

La poda de la hoja basal del esqueje al momento del enraizamiento afectó negativamente el rendimiento de fruto.

El tratamiento de propagación vegetativa con mejor comportamiento agronómico fue el que combinó esquejes provenientes de la yema terminal, con 10 cm de longitud, sin eliminación de la hoja basal y sin poda parcial de la hoja más grande.

LITERATURA CITADA

ABDUL, K. S.; HARRIS, G. P. 1978. Control of flower number in the first inflorescence of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ann. Bot. 42: 617-625.

ANÓNIMO, 1995. El jitomate mexicano: complemento del mercado estadounidense. Claridades Agropecuarias 25: 3-15.

ARAGÓN, N. G. 1995. Diferentes sustratos para el enraizamiento de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Tesis Profesional. 66 p.

BRUIN, DE J.; SANDE, V. 1986. Tomato cuttings for interplanting. Groenten en Fruit 41(43): 32-33.

CANCINO, B. J., SÁNCHEZ DEL C. F.; ESPINOSA R. P, 1990. Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero. Revista Chapingo 73-74: 26-30.

FISHER, K. J. 1975. Effect of the amount and position of leaf tissue on the yield of single-truss tomatoes. Scientia Horticulturae 3: 303-308.

GUTIÉRREZ, A. A. 1997. Producción de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Daniela. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Tesis Profesional. 49 p.

HARTMANN, T. H.; KESTER, E. D. 1988. Propagación de Plantas. Editorial Continental. Segunda Edición. D.F. México. 760 p.

ITO, K.; SUGAHARA, S. 1982. Continuous cultivation of tomato by hydroponics using rooted cuttings from lateral shoots. Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center 14: 114-119.

KHAN, A. A.; SAGAR, G. R. 1967. Traslocation in tomato: Distribution of the products of photosynthesis of the leaves of a tomato plant during the phase of fruit production. Hort. Res. 7:61-69.

LEOPOLD, A. C.; LAM, S.L. 1960. A leaf factor influencing tomato earliness. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 543-547.

- SÁNCHEZ DEL C., F.; PONCE, O. J., 1998. Densidades de población y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura 4(2): 89-94.
- SÁNCHEZ DEL C., F.; CORONA, S.T. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(2): 109-114.
- SÁNCHEZ DEL CASTILLO, F.; ORTÍZ, C. J.; MENDOZA, C. C.; GONZÁLEZ, H. V. A.; COLINAS L., M. T., 1998. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Agrociencia 33(1): 21-29.
- SHISHIDO, Y; SEYANAA, N.; IMADA, S.; HORI, Y. 1989. Carbon budget in tomato plants as affected by night temperature evaluated by steady state feeding with $^{14}\text{CO}_2$. Ann. Bot. 63(3): 357-367.
- SLACK, G.; CALVERT, A. 1977. The effect of truss removal on the yield of early sown tomatoes. J. Hort. Sci. 52: 309-315.